Wasserstoffgasinfusion

in den Darm zur Diagnose von Darmperforationen bei penetrierenden Bauchwunden.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

hohen medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

am 6. März 1891

von

Fritz Sänger

aus Buchenberg (Baden).

GAMMERTINGEN.
Druck der P. Bosch'schen Buchdruckerei.

Wasserstoffgasinfusion

in den Darm zur Diagnose von Darmperforationen bei penetrierenden Bauchwunden.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

hohen medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

am 6. März 1891

von

Fritz Sänger

aus Buchenberg (Baden).

GAMMERTINGEN.
Druck der P. Bosch'schen Buchdruckerei.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535708_0194

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Fakultät.

Referent: Herr Professor Dr. Heineke.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Schon in verhältnismässig früher Zeit hat das Verfahren, Wasser oder Luft in den Darm zu infundieren, sowohl zu diagnostischen, wie auch zu therapeutischen Zwecken Anwendung gefunden. Als Casper Bauhinus (1597) sich mit dem Studium der Anatomie des Darmes näher beschäftigte und die Darmhöhle durch Eingiessen von Wasser sowohl vom Rectum, als auch vom Jejunum aus zu reinigen suchte, konnte er die Beobachtung machen, dass das Wasser von oben eingegossen, den ganzen Darmkanal passierte, dagegen von unten injiciert, nur das Colon füllte und gar nicht in den Dünndarm eintrat. Die Flüssigkeit musste also in letzterem Fall an der Uebergangsstelle des Jleum in das Coecum ein Hinderniss finden. Diese Beobachtung führte Bauhinus zur Entdeckung der nach ihm benannten valvula Bauhini.

Spätere Autoren (Riolan, Haller, Morgagni, Hall etc.), welche die genannte Klappe auf ihre Schlussfähigkeit prüften, glaubten durch Versuche am Cadaver den Nachweis geliefert zu haben, dass die Jleocœcalkappe in der Mehrzahl der Fälle, sowohl für Wasser, als auch für Luft, die vom Mastdarm aus infundiert werden, durchgängig sei. Diese Versuche wurden jedoch wieder vergessen, ebenso die Warnung Rahn's (1791) die Resultate derselben ohne Weiteres auf den Lebenden zu übertragen.

Jn neuerer Zeit ist diese Angelegenheit durch Simon wieder angeregt worden. Dieser spritzte bei zwei Patienten, die beide mit einer Kothfistel behaftet waren, warmes Wasser vermittelst eines Mayer'schen Klysopomps durch den anus in den Mastdarm ein. Aus dem Umstand,

dass das eingespritzte Wasser in beiden Fällen aus der Fistelöffnung hervordrang, konnte geschlossen werden, dass der Dickdarm vom Rectum aus sich füllen lasse.

Durch Leichenexperimente, die Mader und Jurée in Wien ihrer Kontrole unterwarfen, war ferner eruiert worden, dass Flüssigkeit meist durch die valvula Bauhini bis hoch in den Dünndarm, ja in einzelnen Fällen bis in den Magen heraufgetrieben werden kann.

Seit der Zeit ist von manchen andern (Heschl, Cantani, Debierre, Lucas etc.) über diesen Gegenstand experimentiert und viel darüber verhandelt und geschrieben worden. Die Mehrzahl derjenigen, welche in den letzten Jahren sowohl durch klinische Beobachtungen, als auch durch Experimente in diesem Punkte Erfahrungen sammeln konnten, versichern mit Bestimmtheit, dass die Jleocœcalklappe Beides, Flüssigkeit wie Gase, an dem Eintreten aus dem Colon in das Jleum hindere, und nur wenige behaupten, dass der Widerstand der genannten Klappe durch einen geringen Grad von Druck überwunden werden kann.

Neuerdings hat Senn, Professor der Chirurgie, die Aufmerksamkeit wieder auf diese Frage gelenkt. Jn einem Vortrag, den er am 9. Mai 1888 vor einer Versammlung von Fachgenossen in Chicago hielt, betonte er am Eingang seiner Rede die Wichtigkeit einer raschen und sichern Diagnose von Darmverletzungen bei penetrierenden Bauchwunden.

Dass es bei einer in die Bauchhöhle dringenden Stich- oder Schusswunde bezüglich der Behandlung vor allem darauf ankommt, zu wissen, ob das Trauma auch den Magendarmkanal in Mitleidenschaft gezogen hat oder nicht, leuchtet von selbst ein. Eine Oeffnung in der Wand des tractus intestinalis, gross genug, um von dem Jnhalt desselben in die Peritonealhöhle austreten zu lassen, muss, wenn sie sich selbst überlassen bleibt, meist als eine tötliche Verwundung betrachtet werden. Sicher

verbürgte Fälle, wo solche Traumen ohne weiteres Zuthun zur Heilung kamen, sind so wenige bekannt, dass sie praktisch nicht in Betracht kommen. Nach einer sorgfältigen Zusammenstellung von zahlreichem klinischem Material kam Otis zu dem Schluss, dass die Prognose bei Schusswunden eine noch viel getrübtere ist, wie bei Stichwunden, indem erstere unter der alten expektativen Behandlung fast ohne Ausnahme zum Tode führten.

Die jetzt wohl von den meisten Chirurgen angenommene und einzig Aussicht auf Erfolg bietende Therapie von Darmverletzungen besteht in der Eröffnung der Bauchhöhle, der Aufsuchung der die Darmwand perforierenden Stelle und sorgfältigem Verschluss derselben. Während nun z. B. eine intraabdominale Blutung sowohl durch physikalische Symptome, als auch durch eine Reihe von Erscheinungen, welche auf eine Verminderung des intraarteriellen Druckes hinweisen, für gewöhnlich diagnosticiert werden kann, giebt eine stattgefundene Verletzung des Jntestinaltractus selten zu Symptomen Anlass, auf Grund deren wir berechtigt wären, mit absoluter Sicherheit auf eine vorhandene Darmperforation zu schliessen. Die Unsicherheit in der Erkennung solcher Fälle musste daher auch manchen Chirurgen, besonders vor der Einführung der Antiseptik in die chirurgische Praxis, von einer Laparotomie, eines damals für das Leben des Patienten durchaus nicht bedeutungslosen Eingriffes, abstehen lassen.

Jn der Eröffnung der Bauchhöhle und der darauf folgenden Untersuchung des Darmes in möglichst weiter Ausdehnung besassen wir bis jetzt das einzige diagnostische Hilfsmittel, das Vorhandensein von Darmverletzungen eventuell zu constatieren. Aber abgesehen davon, dass es kaum möglich ist, den Jntestinaltractus seiner ganzen Länge nach abzutasten und unserer Jnspektion zu unterwerfen, und also infolge dessen eine Perforationsstelle nur zu leicht übersehen werden kann, dürfte ein

solches Verfahren auch bei strengster Beobachtung der antiseptischen Massregeln für den Patienten nicht immer unschädlich sein, und wir haben denselben einer unnötigen Gefahr ausgesetzt, wenn nach geschehener Jncision in der That keine Darmperforation zu finden war. Ferner darf nicht unerwähnt bleiben, dass, sobald mit Umgehung einer Probeincision die sichere Diagnose auf eine Durchtrennung der Darmwand gestellt werden kann, über die einzuschlagende Therapie keinen Augenblick ein Zweifel bestehen wird, und der Arzt, falls es sich um einen gerichtlichen Fall handelt, unter Umständen von einem peinlichen Verhör von Seiten der Behörden verschont bleiben kann. Das von Senn angeführte Beispiel dürfte zur Erhärtung dieser Behauptung hier Erwähnung finden: Gelegentlich eines Streites wird jemand in den Bauch geschossen. Der Thäter wird verhaftet. Der hinzugerufene Arzt stellt fest, dass das Geschoss in die Bauchhöhle gedrungen ist und nach der Richtung, die dasselbe genommen hat, glaubt er zu der Annahme berechtigt zu sein, dass der Gastrointestinalkanal an irgend einer Stelle verletzt wurde. Nach ausgeführter Laparotomie wird der Darm der sorgfältigsten Untersuchung unterzogen, aber keine Perforation an demselben entdeckt. Die Jncisionswunde wird wieder geschlossen und der Patient stirbt am 3 Tage an septischer Peritonitis. Der Verteidiger wird natürlich die Frage aufwerfen: „Starb der Mann infolge der erhaltenen Schusswunde oder infolge der Operation?“ Nach der Beantwortung dieser Frage wird sich selbstversändlich auch das Urteil richten.

Es liegt auf der Hand, dass, wenn durch irgend ein zuverlässiges und unschädliches Mittel das Vorhandensein oder Fehlen einer Darmwunde festgestellt werden kann, der Weg, den der Arzt bei der Behandlung seines Patienten einzuschlagen hat, klar vorgezeichnet ist und ersterer niemals in die Lage kommen wird, eine Laparotomie gemacht zu haben, wozu eine vorher sicher gestellte Diagnose keine Jndication abgegeben hätte.

Es ist daher mit Freuden zu begrüssen, dass Senn ein diagnostisches Hilfsmittel empfehlen konnte, das, ohne dem Patienten gefährlich zu werden, in jedem Fall von Stich- oder Schusswunden des Abdomen uns sicheren Aufschluss geben soll, ob ein in jenem enthaltenes Hohlorgan verletzt ist, oder nicht. Die Idee, welche Senn zur Lösung dieser Aufgabe leitete, finden wir in seinen Worten ausgedrückt:

„It occured to me that a wound in the stomach or intestine should be sought for in some such way as the plumber locates a leak in a gas-pipe. The first objekt to be accomplished was to prove the permeability of the entire gastro-intestinal canal to inflation of air, and the next step was to find some innocuous gas which when inflated would escape from the intestinal wound into the peritoneal cavity, and from there through the external wound, where its presence could be proved by some infallible test.“

Senn stellte eine grosse Reihe von Versuchen sowohl bei Tieren, wie bei Menschen an, auf deren Einzelheiten ich mich hier nicht einlassen kann, die jedoch der Hauptsache nach kurz Erwähnung finden mögen.

Für's Erste wurde die Ileocœcalklappe behufs ihrer Schlussfähigkeit gegenüber per anum in den Darm eingeführtem Wasser oder Gas einer Prüfung unterworfen. Hiebei zeigte sich, dass Wasser zwar jenseits der valvula Bauhini gebracht werden kann, aber nur unter Anwendung eines Druckes, welchem Stand zu halten selbst eine gesunde Darmwand nicht vermag. Bei allen Tieren, die nach dem Experiment daraufhin untersucht wurden, fanden sich teils kleinere, teils ausgedehntere Längsrisse im Colon und Rectum. Aus diesem Grund ist es für die Praxis zu verwerfen, Flüssigkeit, sei es nun zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken, vom Rectum aus in den Dünndarm bringen zu wollen.

Ein günstigeres Resultat ergab die rectale Einfüh-

rung von Luft, welches Verfahren, nachdem es zuvor an Hunden auf seine Unschädlichkeit erprobt war, auch beim Menschen Anwendung fand. Hiernach kann Luft durch einen mässigen Grad von Gewalt durch den ganzen menschlichen Darmkanal getrieben werden, ohne demselben irgend einen Schaden zuzufügen, vorausgesetzt natürlich, dass das Darmgewebe nicht durch vorausgegangene pathologische Veränderungen an Widerstandsfähigkeit eingebüsst hat.

Von vornherein erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass es leichter sei und einen geringeren Grad von Druck erfordere, Luft oder Gas auf dem natürlichen Weg, also vom Munde aus, in den Darmtractus zu bringen, zumal da man geneigt ist zu glauben, dass die peristaltischen Bewegungen des Darmes hiezu nur förderlich sein können. Diesbezügliche Versuche haben jedoch bewiesen, dass dem nicht so ist, sondern dass es bedeutend schwerer hält, Gas per os in den Darm zu infundieren, wie per rectum, und dass man ausserdem in ersterem Fall fast ausnahmslos der Gefahr einer Ruptur der Magenwandung ausgesetzt ist, falls das Gas auch nur den obern Teil des Dünndarms ausfüllen soll. Wenn der Verdacht auf eine Verletzung des Magens besteht und die Untersuchung auf dieses Organ beschränkt bleibt, mag jedoch das Verfahren der Gasinfusion per os zur Sicherstellung der Diagnose immerhin mit Vorteil angewendet werden.

Es ist aus Obigem leicht ersichtlich, dass es durchaus nicht gleichgültig ist, mit welcher Kraft das Gas in den Darm infundiert wird, und es lohnte sich wohl der Mühe, die Höhe des Druckes zu bestimmen, welche nötig ist, um den Widerstand der Ileocœcalklappe zu überwinden. Dieselbe beläuft sich nach Senn bei einer gesunden, erwachsenen Person auf 0,6—1,2 kg., ein Betrag, der nicht genügt, um die Darmwand in irgend einer Weise zu schädigen.

Natürlich ist ein etwas höherer Druck erforderlich, um Gas bei rectaler Infusion durch den ganzen Darmkanal zu treiben. Dies konnte jedoch ebenfalls ohne irgend welchen Nachteil und ohne dass beunruhigende Symptome darauf gefolgt wären, am lebenden Tier ausgeführt werden. Senn machte dabei die Beobachtung, dass eine langsame und allmählige Ausdehnung des Dickdarms denselben am sichersten vor Verletzungen bewahrt, dass ferner durch einen continuierlich wirkenden, wenn auch geringen Druck auf die Wandung des Cœcum die Ileocœcalklappe am leichtesten insufficient gemacht wird, und dass endlich nach Ueberwindung derselben der Druck rasch sinkt, um wieder anzusteigen, ehe das Gas den Magen erreicht.

Um eine Gasinfusion in den Darm mit gutem Gewissen empfehlen zu können, war es von der grössten Wichtigkeit, zu erfahren, welchen Grad von Widerstand die verschiedenen Partien des Gastrointestinalkanals einer sie ausdehnenden Gewalt entgegenzusetzen im Stande sind. Es hat sich ergeben, dass selbst die schwächste Stelle des tractus intestinalis einen bedeutend höheren Druck (3,6—4,5 kg.) auszuhalten vermag, als derjenige gefunden wurde, welcher zur rectalen Infusion von Luft oder Gas durch die Bauhini'sche Klappe und selbst durch den ganzen Darmkanal notwendig ist. Dabei ist noch zu bemerken, dass die betreffenden Versuche an menschlichen Leichen angestellt wurden, wo zum grossen Teil durch antemortale pathologische Prozesse die Widerstandsfähigkeit der Darmwand im Vergleich zum gesunden Darmgewebe herabgesetzt war.

Wird ein Eingeweide durch Luft oder Gas über den Grad seiner Haltbarkeit allmählig ausgedehnt, so muss schliesslich eine Ruptur erfolgen, welche nach Senn an zwei charakteristischen Stellen eintritt: Es entsteht entweder ein Längsriss an der convexen Seite des Darmes gegenüber dem Mesenterialansatz, oder es kommt

an letzterer Stelle zu kleineren Zerreissungen, welche Luft oder Gas zwischen die beiden Blätter des Mesenterium eintreten lassen.

Es wurden sowohl an Tieren, wie an Menschen noch eine Reihe von Experimenten angestellt, welche den Beweis liefern sollen, dass die Gasinfusion ein sicheres, wirksames und ganz gefahrloses Mittel ist, um den Gastrointestinalkanal auszudehnen. Senn unterwarf sich selbst einem derartigen Experiment, welches er folgendermassen beschreibt:

Nearly 6 litres of gas were inflated per rectum. The distension of the colon caused simply a feeling of distension along its course, but as soon as the gas escaped into the ileum colicky pains were experienced, which increased as insufflation advanced and only ceased after all the gas had escaped, which was the case only after an hour and a half. When the intestines and the stomach had become fully distended the feeling of distension was distressing, and was attended by a sensation of faintness, which caused a profuse clammy perspiration A great deal of the gas escaped by eructation, which was followed by great relief. The colicky pains attending inflation of the small intestines by air or gas are evidently caused by increased peristaltic action of the bowels in their attempt to expel their contents as it always assumed an intermittent type and subsided promptly after the escape of the gas.

Versuche, welche endlich die völlige Unschädlichkeit der Wasserstoffgasinfusion demonstrieren sollen, zeigen, dass Wasserstoffgas in die Pleura-, Peritonealhöhle, oder in das Unterhautzellgewebe gebracht, durchaus keine Intoxicationserscheinungen oder überhaupt unangenehme Nebenwirkungen hervorruft, und dass das Gas schon in verhältnismässig kurzer Zeit durch Resorption wieder verschwunden ist.

Um nach diesen präliminaren Versuchen das Ver-

fahren der Wasserstoffgasinfusion zur Diagnose von Darmperforationen auch praktisch anwenden zu können, wurden einer Mehrzahl von Hunden, nachdem dieselben zuvor narkotisiert waren, Schusswunden in den Bauch beigebracht und sofort darnach die rectale Gasinfusion eingeleitet. In allen Fällen trat das Gas durch die in der Darmwand vorhandenen Oeffnungen in die Peritonealhöhle aus, und von da durch den Schusskanal in die Bauchwunde, wo es als solches infolge seiner leichten Entzündbarkeit nachgewiesen werden konnte. Die Folgerungen, die nun Senn aus seinen sehr zahlreichen Experimenten zieht, fasst er in den Worten zusammen:

1) The entire alimentary canal is permeable to rectal insufflation of air or gas. 2) Inflation of the entire alimentary canal from above downwards through a stomach tube seldom succeeds, and should therefore only be resorted to in demonstrating the presence of a perforation or wound of the stomach, and for locating other lesions in the organ or its immediate vicinity. 3) The ileo-cæcal valve is rendered incompetent, and permeable by rectal insufflation of air or gas under a pressure varying from one-fourth of a pounds to two pounds. 4) Air or gas can be forced through the whole alimentary canal from anus tho mouth under a pressure varying from one-fourth of a pound to two pounds and a half. 5) Rectal insufflation of air or gas to be both save and effective must be done very slowly and without interruptions 6) The safest and most effektive rectal insufflator is a rubber ballon large enough to hold 16 litres of air or gas. 7) Hydrogen gas should be preferred to atmospheric air or other gases for purposes of inflation in all cases, where this procedure is indicated. 8) The resisting power of the intestinal wall is nearly the same throughout the entire lenght of the canal, and in a normal condition yields to diastaltic force of from eight to twelve pounds of pressure. When rupture takes place,

it either occurs as a longitudinal laceration of the peritoneum on the confex surface of the bowel, or as multiple ruptures from within outwards at the mesenteric attachment. The former result follows rapid, and the latter slow, inflation 9) Hydrogen gas is devoid of toxic properties, non-irritating when brougth in contact with living tissues, and is rapidly absorbed from the connective tissue spaces and all of the large serous cavities. 10) The escape of air or gas through the ileo-cæcal valve from below upwards is always attended by a blowing or gurgling sound, heard most distinctly over the ileo-cæcal region and by a sudden diminution of pressure. 11) The incompetency of the ileo-cæcal-valve is caused by lateral and longitudinal distension of the cæcum, which mechanically separates the margins of the valve. 12) In gunshot or punctured wounds of the gastro-intestinal canal insufflation of hydrogen gas enables the surgeon to demonstrate positively the existence of the visceral injury without incurring the risks and medico-legal responsibilities incident to an exploratory laparotomy.

Wenn uns bis jetzt in einem Fall von Stich- oder Schusswunde in das Abdomen die Laparotomie behufs Untersuchung des Darmes auf etwa vorhandene Perforationen ein negatives Resultat ergeben hatte, so war nichts anderes übrig geblieben, als die vorgezogenen Darmschlingen wieder zu reponieren, und die Bauchwunde zu schliessen. Nach den Veröffentlichungen von Senn war es daher sehr angezeigt, in derartigen Fällen die Wasserstoffgasinfusion als letztes diagnostisches Zufluchtsmittel zu versuchen, besonders wenn die Art der Verletzungen eine Laesion des Darmes mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuten liess.

Aus diesem Grunde wurde das von Senn empfohlene Verfahren seiner Zeit an der chirurgischen Klinik zu Erlangen bei einem Patienten, der einen Messerstich in die linke

Seite des Abdomen erhalten hatte, praktisch angewendet, und war dadurch Gelegegenheit geboten, dasselbe auf seine Zuverlässigkeit zu prüfen. Da der erwähnte Fall einiges praktisches Interesse bietet, sei es mir gestattet, denselben mitzuteilen, wie er sich in dem betreffenden Krankenjournal aufgezeichnet findet:

„Patient wird nachts 11¼ Uhr in die Klinik gebracht, von Freunden geführt; war infolge reichlichen Biergenusses nicht ganz Herr seiner Sinne. Seine Freunde erzählen, dass er mit einem Velocipedfahrer Streit bekommen und von demselben vor ¼ Stunde mit einem Messer in die linke Seite gestochen worden sei.

Die Kleidungsstücke auf der linken Seite sind stark mit Blut durchdrängt. Nach Wegnahme derselben zeigt sich in der linken Seite bald unterhalb der letzten Rippe eine von vorn nach hinten verlaufende Wunde, durch welche eine etwa 10 cm. lange Partie Netz hervorhängt. Die Wunde hat eine spitzovale Form, ist 2 cm. lang und zeigt ganz scharfe Ränder. Aus der Wunde blutet es fortwährend ziemlich beträchtlich; sonstige Störungen sind an dem Patienten nicht nachzuweisen. Der Puls ist ganz kräftig, schlägt etwa 70 Mal in der Minute. Patient wird narkotisiert; die Umgebung der Wunde nach Bedeckung der letzteren recht sorgfältig gereinigt und nachher mit reinen Tüchern überall belegt. Von der Stichöffnung aus wird die Bauchwunde nach vorn und hinten zu etwa 3 cm. weit gespalten, dann das vorgefallene Netz etwas weiter vorgezogen und vermittelst 3 Ligaturen abgebunden und abgeschnitten; der Stil wird in die Bauchhöhle versenkt. Der Verlauf des Stichkanals durch die Bauchdecken geht in einer Richtung, die senkrecht zu denselben ist.

Die ziemlich tiefe Wunde wird mit Krallen auseinandergezogen, um das Innere der Bauchhöhle genauer sehen zu können. Es liegt eine Dickdarmschlinge vor, die genau untersucht als völlig normal befunden wird,

Mit dem Finger wird noch einmal die Bauchhöhle nach allen Richtungen, soweit es geht, abgetastet, aber irgend etwas Pathologisches kann nicht gefunden werden. Die Wundhöhle wird mit einem Jodoformtampon ausgestopft und ein antiseptischer Mooskissenverband angelegt. Patient erhält eine Dosis von 0,03 Morphium. Derselbe ist die ganze Nacht ziemlich ruhig und hat keine besonderen Beschwerden. Morgens gegen 8 Uhr klagt er über sehr heftige Schmerzen, besonders in der Blasengegend. Die Bauchdecken sind stark gespannt und auf Druck daselbst sehr empfindlich. Patient hat spontan etwa 100 cbcm. eines hellen Urins entleert. Der eingeführte Katheter bringt nur noch wenig Urin heraus. Der Puls wird frequenter und weicher, das Gesicht ist schmerzhaft verzogen. Um 10½ Uhr wird Patient abermals narkotisiert, die Wunde nach vorn weiter incidiert und nach hinten ein kleiner Schnitt angefügt. Aus der Bauchhöhle dringt blutig-seröse Flüssigkeit in ziemlich reicher Menge, nicht riechend; es liegt eine Dünndarmschlinge und der Magen vor, die sich aber als völlig normal erwiesen. Auch ist sonst absolut nichts Krankes zu erkennen. Die Wunde wird wieder mit Jodoformgaze ausgestopft und aseptisch verbunden. Es wird nun ein Versuch gemacht, mit in den Darm eingeführtem Wasserstoffgas eine eventuelle Darmverletzung zu erkennen. Etwa 4 Liter Wassertoffgas werden eingepumpt, die wohl eine mässige Auftreibung der Bauchdecken, aber kein Verschwinden der Leberdämpfung veranlassen. Patient wird wieder ins Bett gebracht. Im Verlauf des Nachmittags haben die Schmerzen unter Zuhilfenahme einer Eisblase etwas nachgelassen. Der Puls ist weicher geworden; Abends 8 Uhr tritt Agone ein und Nachts 11½ Uhr der exitus lethalis."

Wenn der in verhältnismässig kurzer Zeit nach dem unglücklichen Ereigniss eingetretene Tod schon die Vermutung einer Darmperforation sehr nahe legte, trotz-

dem weder durch die Laparotomie, noch mit Hilfe der Wasserstoffgasinfusion eine solche hatte nachgewiesen werden können, so hat die vorgenommene Autopsie unsere Annahme nur bestätigt, indem sich zeigte, dass das Messer, mit dem der tötliche Stich ausgeführt worden war, eine Dünndarmschlinge perforiert hatte, welche Verletzung als die eigentlich totbringende Ursache betrachtet werden musste.

Da also hier das Senn'sche Verfahren uns nicht auf das Vorhandensein einer Stichwunde in der Wand des Darmkanales hingewiesen hatte, so blieb es immerhin fraglich, ob dasselbe, eine richtige Anwendung natürlich vorausgesetzt, in jedem Falle als ein zuverlässiges Mittel zur Diagnose von Darmperforationen betrachtet werden kann, und es erschien infolge dessen sehr ratsam, die Wasserstoffgasinfusion in den Darm behufs ihres diagnostischen Wertes einer prüfenden Controle zu unterwerfen.

Herr Professor Dr. Heineke hatte die Freundlichkeit, mir die Aufgabe zu überweisen, an menschlichen Leichen diesbezügliche Versuche anzustellen, welche uns sowohl über die Wichtigkeit der Wasserstoffgasinfusion in den Darm als diagnostisches Hilfsmittel, als auch über ein empfehlenswertes Verfahren bei der praktischen Verwendung derselben Aufschluss geben sollten.

Im Voraus will ich bemerken, dass meine Versuche bezüglich der Technik der Ausführung von den Senn'schen etwas abweichen, deren Beschreibung ich erst nachträglich im Original gelesen habe; im Prinzip jedoch waren sie dieselben, und wie wir sehen werden, blieb das Resultat das nämliche, ob das Experiment nun auf die eine, oder andere Art ausgeführt wurde.

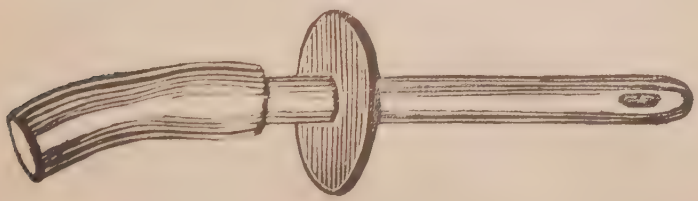
Als Gasentwicklungsapparat benutzte ich eine sogenannte Wolf'sche Flasche, in welcher durch Einwirkung von verdünnter Salzsäure auf Zink Wasserstoffgas

nach Belieben hergestellt werden konnte. Ein etwa 5 Liter haltendes Glasgefäss, das oben und unten seitlich je eine durch einen Hahn abschliessbare Oeffnung besass, diente als Gasometer. Dieser konnte vermittelst eines Gummischlauches abwechselnd mit der in der Nähe befindlichen Wasserleitung, dem Gasentwicklungsapparat oder der zum Versuch zu verwendenden Leiche in Verbindung gebracht werden. Wenn der Gasometer mit Wasser gefüllt war und dann mit der Wolf'schen Flasche in Communication gesetzt wurde, strömte beim Öffnen des unten am Gasometer befindlichen Hahn's soviel Gas von oben ein, als Wasser ausfloss. War auf diese Weise das Gefäss mit Wasserstoffgas gefüllt und liess man nun wieder Wasser von unten in dasselbe einfliessen, so musste natürlich das Gas, sobald der obere Hahn geöffnet wurde, seinem Behälter entweichen, und konnte von da unter dem Druck der Wasserleitung vermittelst eines Gummirohres zur Leiche geleitet werden.

Anfangs hatte ich Schwierigkeiten eine grössere Menge von Gas in den Darm zu bringen, indem dieses, sobald es unter einem gewissen Druck stand, immer wieder neben dem in das Rectum eingefürten Ansatzstück entwich. Als solches benutzte ich zuerst ein etwa $1^1/_2$ dem. langes Gasrohr mit ziemlich enger Ausführungsöffnung, welches an dem Uebelstand litt, dass diese durch vorliegende Kothmassen sehr leicht verstopft wurde. Darauf gebrauchte ich statt dessen einen elastischen Catheter, der vor allem höher in den Darm hinaufreichte, womit ich jedoch auch keinen besseren Erfolg erzielen konnte. Weder durch digitale Compression des Nates, wie sie Senn empfiehlt, noch durch teilweises Zusammennähen derselben konnte in den wenigsten Fällen verhindert werden, dass eine grosse Menge Gas wieder nach aussen strömte und so zum weiteren Versuch verloren ging.

Es handelte sich also vor allem darum, durch ir-

gend eine Vorrichtung einen sicheren Abschluss der Analöffnung gegen die Aussenwelt zu erzielen. Zu diesem Zweck liess ich mir ein etwa 1½ dcm. langes und 1 cm. dickes Glasrohr construieren, dessen einer Endteil, der ins Rectum zu liegen kam, sackförmig auslief, jedoch seitlich eine Öffnung besass, dessen anderes Endstück, das mit dem gaszuführenden Gummirohr in Verbindung gebracht werden sollte, etwa 2 cm. von der Öffnung entfernt, zu einer ca. 3 cm. im Durchmesser haltenden Scheibe aufgetrieben war. Beistehende schematische



Figur möge die Form des beschriebenen Aufsatzrohres zur Anschauung bringen. Wurde nun dasselbe in's Rectum eingeführt und die Scheibe fest gegen die Analöffnung angedrückt, so stand das Darmlumen vermittelst des zuleitenden Gummirohres nach unten nur mit dem Gasometer in Verbindung und war nach aussen so vollkommen abgeschlossen, dass ein Entweichen des Gases dadurch mit Sicherheit verhindert werden konnte. Dass an dem in den Mastdarm zu liegen kommenden Endteil des Ansatzstückes die Öffnung nicht vorn, sondern seitlich angebracht ist, halte ich nicht für unwichtig, weil dieselbe auf diese Weise beim Einführen in das Rectum durch etwa vorhandene Fäcalmassen weniger leicht verschlossen werden kann.

Da ich bei meinen Experimenten mit dem mir zu Gebote stehenden Material nicht verschwenderisch umgehen und infolge dessen nicht alle die von Senn angestellten und zum Teil auch nebensächlichen Versuche

wiederholen konnte, ging ich sofort medias in res und stellte mir die Aufgabe, zu prüfen, ob in den Darm eingeführtes Wasserstoffgas durch eine in demselben vorhandene Öeffnung in die Bauchhöhle und von da durch eine penetrierende Bauchwunde an die Aussenwelt gelange.

Um systematisch vorzugehen, brachte ich in den aufeinanderfolgenden Experimenten nach Durchtrennung der Bauchdecken an immer höher gelegenen Stellen des Intestinalkanals in dessen Wandung eine künstliche Perforation an und leitete darauf Wasserstoffgas in den Darm ein. So wurden nacheinander der Dickdarm, der Dünndarm und schliesslich der Magen diesem Verfahren unterworfen.

In der zweiten Reihe meiner Versuche liess ich mich von dem Gedanken leiten, dass eine Stichwunde in den Bauch beigebracht worden sei, und durch die Gasinfusion nun erwiesen werden soll, ob eine Verletzung des Darmes vorliegt, resp. an welcher Stelle dieselbe sich befindet.

Indem die angestellten Versuche nur in ihren Einzelheiten von einander abweichen, halte ich es für überflüssig, dieselben der Reihe nach hier anzuführen, sondern ich beschränke mich darauf, nur einige meiner Experimente mitzuteilen.

Experiment 12: Männliche Leiche. Nachdem rechts vom Nabel eine ziemlich sagittal verlaufende, etwa 6 cm. lange, die Bauchwand perforierende Wunde angebracht war, wurde eine Dünndarmschlinge hervorgezogen und dieselbe nach Durchtrennung der Darmwand auf etwa 1½ cm. in der Längsrichtung wieder in die Bauchhöhle reponiert. Darauf erfolgte die Gasinfusion per anum. Das Abdomen wurde stark aufgetrieben, der untere Teil derselben schliesslich bretthart. Das Ansatzrohr musste mit ziemlicher Kraft gegen den anus gedrückt werden, um ein Zurückweichen aus demselben und infolge dessen ein Ausströmen des Gases nach aussen zu verhüten. Nach Verbrauch von beinahe

4 Liter Gas entwich dieses unter zischendem Geräusch der Bauchwunde und brannte hier, angezündet, mit der charakteristischen blauen Flamme.

Experiment 13: Verwendung der Leiche vom vorigen Versuch. Die künstlich angelegte Bauchwunde wurde vernäht. Nach dem Einleiten von Wasserstoffgas in's Rectum wölbte sich die untere Partie des Abdomen sehr stark vor. Aus den Lücken der zugenähten Wunde strömte unter pfeifendem Geräusch eine geringe Menge von Gas aus. Der Gegendruck wider das Ansatzrohr war ziemlich kräftig. Indem die Analöffnung gegen die Aussenwelt noch abgeschlossen blieb, war bei der Perkussion der Lebergegend die vor dem Versuch nachweisbare Leberdämpfung nicht mehr zu constatieren.

Experiment 20: Weibliche Leiche. Mit einer schmalen, etwa 4 cm langen Messerklinge wurde rechts vom Nabel in schräg von oben nach unten verlaufender Richtung in's Abdomen eingestochen. Eine deutliche Leberdämpfung war nicht nachzuweisen. Indem Wasserstoffgas per anum eingeführt wurde, trieben sich die unteren und seitlichen Partien des Abdomen sehr schnell auf. Plötzlich wölbte sich auch die mittlere Bauchgegend stark vor, welche Erscheinung man sich wohl dadurch erklären kann, dass zu dieser Zeit die Schlussfähigkeit der Ileocoecalklappe aufgehoben wurde und das Gas infolgedessen nun ungehindert in den Dünndarm einströmen konnte. Zugleich hatte sich auch ein gurgelndes Geräusch eingestellt, das anhielt, so lange Wasserstoff infundiert wurde. Nach Verbrauch von etwa 4 Liter Gas entströmte dasselbe der Bauchwunde und entzündete sich an einer in die Nähe gebrachten Flamme. Bei Dilatation der kleinen Bauchwunde entwich das Gas in reichlicher Menge der Bauchhöhle. In einer freigelegten ziemlich collabierten Dünndarmschlinge wurde die Perforationsstelle 4 dem. oberhalb der Bauhini'schen Klappe gefunden.

Experiment 21. Männliche Leiche. Um den Verhältnissen des oben erwähnten Unglücksfalles auch beim Versuche möglichst nahe zu kommen, machte ich mit einem Scalpell in der Grösse eines Taschenmessers auf der linken Abdominalseite etwas unterhalb des Rippenbogens einen senkrecht zur Bauchwand stehenden Einstich. Bei Einleitung der Gasinfusion wurde der Unterleib mässig aufgetrieben. Nachdem etwa 2½ Liter Wasserstoffgas in den Darm eingeführt waren, drang jenes unter zischendem Geräusch durch die Bauchwunde hervor. Die Laparotomie zeigte zwei einander gegenüber liegende Perforationsstellen am colon descendens. Die oberhalb der Darmwunden gelegene Partie des Intestinalkanales war nur schwach aufgetrieben. Weitere Verletzungen des tractus intestinalis wurden durch sorgfältigen Verschluss der gefundenen Darmperforationen und nochmaliges Einleiten von Wasserstoffgas ausgeschlossen.

Durch diese und eine Reihe anderer Versuche glaube ich den Nachweis geführt und die Senn'sche Behauptung bestätigt zu haben, dass es in jedem Fall von Stich- oder Schusswunde in's Abdomen und überhaupt bei jeder Verletzung, welche eine Darmperforation zur Folge haben kann, möglich sein wird, das Vorhandensein oder Fehlen einer die Darmwand penetrierenden Wunde festzustellen, indem Wasserstoffgas, welches in genügender Menge in den Intestinalkanal eingeleitet wurde, immer zu einer im Darmrohr vorhandenen Oeffnung in die Bauchhöhle und von da durch die Bauchwunde an die Aussenwelt gelangen wird, wo es vermöge seiner leichten Entzündbarkeit nachgewiesen werden kann.

Im Centralblatt für deutsche Chirurgie (1888 Nr. 48 S. 885), wo das Senn'sche Verfahren zur Diagnose von Darmperforationen seiner Zeit mitgeteilt wurde, ist vor allem darauf aufmerksam gemacht, dass die Gasinfusion jedesmal ein Verschwinden der Leber-

dämpfung zur Folge habe, sobald nämlich der Darmkanal an irgend einer Stelle verletzt sei, während die Thatsache, dass das infundierte Gas schliesslich der die Bauchwand durchtrennenden Wunde entströmen wird, kaum berührt ist. Auf die Beobachtung letzteren Punktes möchte ich nach den Erfahrungen, die ich bei meinen Versuchen gesammelt habe, nun gerade das Hauptgewicht legen. Es ist ja nicht zu leugnen und theoretisch sehr leicht denkbar, dass in die Bauchhöhle eingedrungenes Wasserstoffgas vermöge seines geringen specifischen Gewichtes vor allem die höher gelegenen Partieen des Abdominalraumes einnehmen wird, und also auch zwischen die Leber und die vordere Bauchwand eintreten kann, um hier bei der Perkussion an Stelle des normalen gedämpften, tympanitischen Schall hervorzurufen, wovon ich mich bei einem meiner Experimente persönlich überzeugen konnte. Aber abgesehen davon, dass vorausgegangene pathologische Prozesse möglicher Weise eine Verwachsung der Leber mit der vorderen Bauchwand zu Stande gebracht haben, und aus diesem Grunde das Eindringen des Gases zwischen das viscerale und parietale Blatt des Peritoneum an dieser Stelle unmöglich gemacht ist, wird in vielen Fällen von Darmverletzungen schon vor der Ausführung der Gasinfusion eine deutliche Leberdämpfung überhaupt nicht mehr nachweisbar sein. Denn es ist leicht ersichtlich, dass die in dem Darmkanal etwa vorhandenen Gase bei Verletzungen desselben ebenso wie infundiertes Wassertoffgas in die Bauchhöhle austreten, und, normale Verhältnisse vorausgesetzt, die Bauchdecken mehr oder weniger von der vorderen Leberfläche abheben können, so dass wir schon von vorn herein auf das Eintreffen des bei der Gasinfusion zu erwartenden Symptomes, das Verschwinden der Leberdämpfung, verzichten müssen.

Den einzigen zuverlässigen Anhaltspunkt zur Feststellung der Diagnose bietet die einfache Ueberlegung,

dass Wasserstoffgas, welchem Gelegenheit gegeben ist, zu einer die Darmwand perforierenden Stelle in die Bauchhöhle auszutreten, auch von da durch eine penetrierende Bauchwunde nach aussen entweichen wird. Sobald ich die technische Schwierigkeit, eine genügende Menge von Gas in den Darm zu bringen, überwunden hatte, gelang es mir bei allen meinen Versuchen, wo ich eine künstliche Darmperforation angebracht hatte, den per anum eingeführten Wasserstoff schliesslich durch die äussere Bauchwunde hervorzutreiben, und das Gas vermöge seiner leichten Entzündbarkeit hier als solches nachzuweisen. Wie Senn gezeigt hat, reicht der hiezu nötige Druck lange nicht hin, um die Darmwand auch nur in geringster Weise zu schädigen: ebenso wenig konnte ich nach der an der menschlichen Leiche ausgeführten Gasinfusion irgend eine Verletzung des Intestinalkanales constatieren.

Das Haupthinderniss bei der Füllung des Darmes mit Wasserstoff bietet natürlich die Ileo-cœcalklappe. Die vorübergehende Insufficienz derselben hat man sich so zu erklären, dass die Wandungen des Cœcum, welche durch die Gewalt des infundierten Gases gedehnt werden, die an ihnen befestigten Klappen nachziehen und so die Ränder derselben von einander entfernen, ein Vorgang, wie wir ihn ähnlich bei der sogenannten relativen Klappeninsufficienz des Herzens beobachten können. Das Einströmen des Gases vom Colon in das Ileum giebt sich immer durch ein charakteristisches gurgelndes Geräusch zu erkennen, welches anhält, so lange Wasserstoff infundiert wird. Da nach Ueberwindung des Widerstandes der Bauhini'schen Klappe das Gas nun mit Leichtigkeit in den Dünndarm einströmen kann, sinkt der Druck, den jenes der eintreibenden Gewalt entgegensetzte, ziemlich bedeutend; infolge dessen füllen sich die Dünndarmschlingen rasch mit Wasserstoff an, was seinerseits wieder ein plötzliches

Hervorwölben der mittleren Bauchpartie zur Folge hat.

Zur praktischen Anwendung der rectalen Wasserstoffgasinfusion behufs einer sicheren Diagnose bei penetrierenden Bauchwunden liesse sich nun folgendes Verfahren empfehlen: Nach Vorausschickung eines den Mastdarm entleerenden Klysmas, wodurch das Eintreiben von Gas wesentlich erleichtert wird, ist es nötig, den Körper so zu lagern, dass die Bauchwunde möglichst hoch zu liegen kommt, damit nicht das Wasserstoffgas, welches infolge seines leichten specifischen Gewichtes in einem Hohlraum immer die nach oben gelegenen Partieen einnehmen wird, durch etwa in der Bauchhöhle vorhandenes Blut, oder sonstige Flüssigkeit an seinem Entweichen nach aussen gehindert ist. Nachdem das Operationsfeld gründlich desinficiert wurde, empfiehlt es sich sehr, die Narkose einzuleiten, sowohl, um dem Patienten alle unnötigen Schmerzen zu ersparen, als auch zu dem Zweck, eine Erschlaffung der Bauchmuskulatur herbeizuführen, deren reflectorische Contraktion die Wasserstoffgasinfusion nur erschweren würde. In Ermanglung einer Wolf'schen Flasche kann man sich einen Gasentwicklungsapparat leicht improvisieren, indem es nicht schwer hält, Wasserstoff in einer gewöhnlichen Flasche mit weiter Mündung herzustellen. Nachdem zuvor eine Hand voll Zinkspähne in das Gefäss gebracht ist, wird dieses mit einem doppelt durchlöcherten Kork verschlossen. In dessen 2 Oeffnungen ist je eine Glasröhre zu stecken, die eine bis nahe an den Boden der Flasche reichend, um Wasser und Salzsäure zugiessen zu können, die andere, wenn möglich im rechten Winkel gebogen, soll das entwickelte Gas fortleiten. Letzteres Glasrohr wird vermittelst eines Gummischlauches mit einem etwa 10 Liter fassenden Gummiballon verbunden, welcher das zur Infusion nötige Wasserstoffgas in sich aufnehmen soll. Dieses kann von hier durch Druck auf

den als Gasreservoir dienenden Behälter vermittelst eines Schlauches direkt an seinen Bestimmungsort geleitet werden. Um die Gasinfusion mit Vorteil auszuführen, ist es notwendig, den Wasserstoff langsam und unter einem sich gleich bleibenden Druck in den Darm zu bringen, wodurch das Cœcum nach allen Richtungen gleichmässig ausgedehnt und somit die Ileocœcalklappe am ehesten insufficient gemacht wird. Ein Zurückweichen des Gases aus dem Rectum, was durch Zusammendrücken der Analfalten nicht immer zu verhindern ist, wird bei Verwendung meines oben empfohlenen Ansatzstückes leicht vermieden werden können. Wenn bei der Gasinfusion die Ausdehnung und der Tympanismus des Abdomen dem Verlaufe des Colon folgend allmählig zunehmen, jedoch auf die Umbilical- und hypogastrische Gegend beschränkt bleiben, und die untere Grenze der Leberdämpfung nach oben verschoben wird, ist dies dadurch bedingt, dass das infundierte Gas die unversehrten Baucheingeweide vollkommen und gleichmäs ig ausgefüllt hat. Wenn dagegen der Unterleib mehr diffus hervorgetrieben wird, die Perkussion des Abd men überall tympanitischen Schall ergiebt, und die Le erdämpfung, falls eine solche vorher nachzuweisen war, verschwunden ist, lässt dies auf das Vorhandensein von Wasserstoff in der Peritonealhöhle schliessen Führt man nun noch weiter Wasserstoffgas zu, so wird dies schliesslich zur äussern Bauchwunde hervorströmen, womit absolut sicher erwiesen ist, dass bei der Verletzung die Wandung des Darmkanales an einer oder mehreren Stellen perforiert wurde. Man sollte nicht versäumen, das entweichende Gas zu entzünden, da man durch Verbrennen desselben ausserdem zur Desinfektion der Bauchwunde beitragen kann. Sollte die äussere Wunde wegen ihrer Kleinheit oder ungünstigen Lage ein ungehindertes Entweichen des Gases aus der Bauchhöhle unmöglich machen, so wird man, ohne dem Patienten irgend einen Nachteil zu bringen,

jene soweit als nötig dilatieren können, um so mehr, da dies wohl in den meisten Fällen, wo eine Darmperforation mit Sicherheit constatiert ist, so wie so geschehen müsste, um die Darmverletzung der Therapie besser zugänglich zu machen. Das Auffinden von Darmperforationen wird sehr erleichtert dadurch, dass nach stattgefundener Gasinfusion die jenseits der untersten Perforationsstelle gelegene Darmpartie nur sehr wenig aufgetrieben ist. Schliesst man die gefundene Darmwunde und leitet nun von Neuem Wasserstoff in den Darmkanal ein, so wird man auf diese Weise weitere Verletzungen des Intestinaltractus entweder auffinden, oder solche mit Sicherheit ausschliessen können.

Dass bei der Wasserstoffgasinfusion nur verhältnismässig wenig Manipulationen am Darm selbst nötig sind, ohne dabei Gefahr zu laufen, irgend eine Perforationsstelle zu übersehen, ist in Anbetracht der Aseptik ein nicht zu unterschätzender Vorteil des Senn'schen Verfahrens. Da ausserdem die Infusion von Wasserstoff durchaus keinen nachteiligen Einfluss weder auf das Befinden des Patienten, noch auf den Fortschritt der Heilung ausübt, so wird man in allen Fällen, wo die Vermutung einer Darmperforation nahe liegt, die Wasserstoffgasinfusion in den Darm empfehlen müssen. Wenn man sich durch dieses einfache und unschädliche Verfahren überzeugt hat, dass die Wandung des Intestinalkanales an irgend einer Stelle durchtrennt ist, kann über die einzuschlagende Therapie niemals ein Zweifel bestehen, sondern man wird das Abdomen öffnen, die Darmverletzung aufsuchen, und dieselbe durch die Naht sorgfältig verschliessen.

Am Schlusse meiner Arbeit erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Heineke, für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für die gütige Darbietung des dazu nötigen Materials meinen wärmsten Dank auszusprechen.